

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа ИШНКБ

Направление подготовки Приборостроение

Отделение школы (НОЦ) Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
МОДЕРНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	

УДК_ 621.31.031:681.518.52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Б31	Зырянов Иосиф Николаевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Мойзес Б.Б.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В.В	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Мойзес Б.Б.	К.Т.Н.		

Томск – 2018 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
Р1	Работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3; ОПК-4, 8) CDIO Syllabus (2.3, 3.1, 3.2, 4.7, 4.8) Критерий 5 АИОР (п. 1.6, 2.3, 2.4), согласованный требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI_ <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р2	Применять основные законы и положения естественных наук и математики, экономических и гуманитарных наук знаний с учетом социальных и культурных аспектов инженерной деятельности при соблюдении требований охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности для ведения полноценной профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-7, 8; ОПК-1, 3, 10) CDIO Syllabus (1.1., 2.5) Критерий 5 АИОР (п. 1.1, 1.3, 2.5, 4.1), согласованный требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI_ <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р3	Осуществлять коммуникацию в профессиональной среде, в обществе, в т.ч. межкультурном уровне и на иностранном языке	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, 5, ОПК-8, ПК-17) CDIO Syllabus (3.2) Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р4	Самообучаться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-6) CDIO Syllabus (2.4) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
P5	Собирать, хранить и обрабатывать информацию, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности при соблюдении основных требований информационной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-2, 5-9) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать их результаты с использованием инновационных методов моделирования и компьютерных сетевых технологий	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-5, 6, ПК-1-4). CDIO Syllabus (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
P7	Проектировать, конструировать системы, приборы, детали и узлы с учетом обеспечения технологичности конструкции с учетом возможных рисков	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-1-6, 8) CDIO Syllabus (1.2., 1.3, 2.4, 4.1, 4.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
P8	Проводить мероприятия комплексной подготовки производства в сфере профессиональной деятельности с использованием ресурсоэффективных технологий	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ПК-8-18) CDIO Syllabus (2.4, 4.2, 4.3, 4.5) Критерий 5 АИОР (п. 1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
Р9	Обеспечивать эксплуатацию и обслуживание информационно-измерительных средств, приборов контроля качества и диагностики	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-7, 19-23) CDIO Syllabus (4.6.) Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI</p> <p><u>Требования профессиональных стандартов</u></p> <p>19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н</p>

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа ИШНКБ

Направление подготовки Приборостроение

Отделение школы (НОЦ) Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Мойзес Б.Б.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы
В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Б31	Зырянов Иосиф Николаевич

Тема работы:

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	26.12.2017 №10094/с
---	---------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	28.05.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект разработки: Приборы контроля элементов сетей электроснабжения Предмет исследования: модернизация комплекта приборов контроля элементов сетей электроснабжения. Приборы: Мегаомметр ЭСО 202/2-Г, Омметр ЭС0212, Прибор для измерения сопротивления цепи фаза-нуль М417, Измеритель сопротивления заземления М416, Прибор контроля УЗО Астро-Тест-М, Устройство испытательное комплектное Сатурн-М Вредного влияния на окружающую среду нет.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Анализ информационных источников по теме работы. 2. Краткая характеристика объекта и методов исследований. 3. Разработка комплекта измерительных приборов для контроля элементов сетей энергоснабжения. 4. Рассмотрение вопросов социальной ответственности и финансового менеджмента. 5. Выводы о достижении поставленной цели.
Перечень графического материала	Презентация Microsoft PowerPoint 2010
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын В.В
Социальная ответственность	Анищенко Ю.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
--	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11.09.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Мойзес Б.Б.	к.т.н.		11.09.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Б31	Зырянов Иосиф Николаевич		11.09.2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 63 с., 15 рис., 12 табл., 10 источников.

Ключевые слова: метод, комплект приборов, сопротивление, напряжение, система энергоснабжения.

Объектом исследования являются приборы контроля элементов сетей электроснабжения.

Цель работы: модернизация комплекта приборов контроля элементов сетей электроснабжения.

В процессе исследования проводился анализ методов неразрушающего контроля, выбран наиболее подходящий метод для контроля элементов систем электроснабжения, и подобраны приборы, удовлетворяющие технико-экономическим характеристикам.

**В НАСТОЯЩЕЙ РАБОТЕ ИСПОЛЬЗОВАНЫ ССЫЛКИ НА
СЛЕДУЮЩИЕ СТАНДАРТЫ:**

ГОСТ 25315- «Контроль неразрушающий электрический.»

ГОСТ 26104-89 - «Средства измерений электронные. Технические требования в части безопасности. Методы испытаний.»

ГОСТ Р 51350 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования.»

ГОСТ 23706-93 «Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 6. Особые требования к омметрам (приборам для измерения полного сопротивления) и приборам для измерения активной проводимости».

ОГЛАВЛЕНИЕ

Запланированные результаты обучения

Задание на выполнение ВКР

Реферат

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты

Введение.....	11
Глава 1. АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ	12
1.1. Методы неразрушающего контроля.....	12
1.2. Метод контроля элементов системы энергоснабжения	23
Глава 2. МЕТОДЫ И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ... ..	24
2.1. Описание приборов.....	24
Глава 3. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА.....	37
3.1. Анализ аналогов... ..	28
3.2. Описание приборов.....	29
Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ... ..	30
Глава 5..ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	33
5.1. Анализ конкурентных технических решений	33
5.2. Планирование научно- исследовательских работ... ..	35
5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования	35
5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	37
5.2.3. Разработка графика проведения научного исследования...41	
5.2.3.1. Основная заработная плата исполнителей темы...45	
Глава 6. . СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ... ..	49
6.1. Производственная безопасность	49
6.1.1. Вредные производственные факторы	50
6.1.2. Опасные производственные факторы.....	52
6.2. Экологическая безопасность	54
6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	54

6.4. Правовые и организационные вопросы безопасности	55
6.5. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны....	56
Заключение.	58
Список использованных источников.	59

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время контроль систем энергоснабжения является неотъемлемой частью строительства, сдачи в эксплуатацию, реконструкции и ремонта зданий и помещений.

Для каждого элемента систем энергоснабжения существует ряд ГОСТов, методик, ТУ и др. в которых четко указываются необходимые требования по сопротивлению изоляции кабелей и проводок, ток отключения аппаратов защиты, сопротивление заземляющих устройств и т.д. Так как отклонение от требуемых параметров может привести к выходу из строя систем энергоснабжения зданий и к аварийным ситуациям, контроль данных требований выполняется регулярно и с необходимой точностью.

Целью выпускной квалификационной работы является изучение методов неразрушающего контроля элементов систем электроснабжения, выбор самого подходящего метода и подбор приборов, удовлетворяющих данным требованиям.

Для реализации данной темы поставлены следующие задачи:

- анализ информационных источников по теме работы,
- анализ методов неразрушающего контроля,
- выбор оптимального метода
- краткая характеристика объекта и методов исследования,
- разработка комплекта измерительных приборов для контроля элементов сетей энергоснабжения.
- рассмотрение вопросов социальной ответственности и финансового менеджмента.
- выводы о достижении поставленной цели.

Глава 1. АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1.1 Методы неразрушающего контроля

Сегодня под неразрушающим контролем (НК, от англ. Non-destructive testing (NDT)) в большинстве случаев понимают контроль надежности, а также прочих характеристик и свойств всего объекта или его элементов (участков), не связанный с выводением этого объекта из работы либо его демонтажом. Другими словами, речь идет о проверке изделия без какого-либо его разрушения (англ. nondestructive inspection (NDI)).

И именно в этом состоит главное отличие неразрушающего контроля от контроля разрушающего типа. Простой пример. Если мы хотим оценить прочность какого-либо объекта на разрыв, нам потребуется приложить нагрузку, и после этого дальнейшая эксплуатация объекта становится невозможной (к таким методам могут быть отнесены краш-тесты автомобилей).

Что же касается основных методов неразрушающего контроля, то ими, согласно ГОСТу 18353-79, являются такие методы как:

- оптический;
- вихретоковый;
- тепловой;
- радиационный;
- акустический (ультразвуковой);
- магнитный;
- радиоволновой;
- электрический;
- проникающими веществами.

И здесь стоит отметить, что при всем многообразии методов неразрушающего контроля наиболее частое применение находят именно магнитопорошковый и ультразвуковой метод. Радиационный контроль

используется гораздо реже. Хотя именно приборы радиационного контроля позволяют контролировать большие толщины материалов, а также те виды материалов, диагностика которых остальными методами затруднена (в частности, композиты). Своими особенными преимуществами обусловлено и применение акустического метода неразрушающего контроля: это, прежде всего, возможность диагностики дефектов внутреннего типа, относительная простота приборов неразрушающего контроля, широкий спектр материалов, пригодных для обследования. В этом плане он выгодно отличается, например, от магнитных, вихревых и электрических методов контроля, позволяющих диагностировать лишь поверхность и подповерхностный слой металлов.

Подробнее об особенностях каждого метода неразрушающего контроля смотрите в таблицах.

Таблица 1 – Методы неразрушающего контроля

<i>Метод неразрушающего контроля и НТД</i>	<i>Требуемое для его реализации оборудование</i>
Визуально-измерительный (ВИК) РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю	Не требующий какого-либо оборудования метод неразрушающего контроля – может реализовываться с помощью простых измерительных средств (комплект для визуального контроля)
Магнитопорошковый (МК) ГОСТ 21105-87	Устройство для размагничивания и намагничивания контролируемых объектов

<p>Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод</p> <p>РД-13-05-2006</p> <p>Методические рекомендации по порядку проведения магнитопорошкового контроля технических устройств</p>	<p>Магнитный индикатор (порошки, суспензии, магнитогуμμмированные пасты)</p>
<p>Капиллярный (ПВК)</p> <p>ГОСТ 18442-80</p> <p>Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.</p> <p>РД-13-062006.</p> <p>Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля</p>	<p>Дефектоскопические материалы:</p> <p>Пенетрант, Проявитель, Очиститель</p>
<p>Ультразвуковой (УК)</p> <p>ГОСТ 14782-86. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые</p>	<p>Ультразвуковой дефектоскоп</p> <p>Преобразователи пьезоэлектрического типа (ПЭП)</p> <p>Стандартные образцы предприятий (СОП)</p>
<p>Радиационный (РК)</p> <p>ГОСТ 7512-82</p> <p>Контроль неразрушающий.</p>	<p>Рентгеновский аппарат</p>

<p>Соединения сварные. Радиографический контроль.</p>	
<p>Тепловой (ТК) ГОСТ 23483-79 Контроль неразрушающий. Методы теплового вида. Общие требования. РД-13-04-2006 Методические рекомендации о порядке проведения теплового контроля</p>	<p>Тепловизор</p>
<p>Течеискание (ПВТ) ГОСТ 24054-80 Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытания на герметичность</p>	<p>Течеискатель</p>
<p>Акустико-эмиссионный (АЭ) ПБ 03-593-03 Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов</p>	<p>Акустико-эмиссионная система</p>

<p>Вибродиагностический (ВД)</p> <p>РТМ 38.001-94</p> <p>Указания по расчету на прочность и вибрацию технологических стальных трубопроводов</p> <p>РД 08.00-60.30.00-КТН-016-1-05</p> <p>Руководство по техническому обслуживанию и ремонту оборудования и сооружений нефтеперекачивающих станций</p>	Вибродиагностический комплекс
<p>Вихретоковый (ВТ)</p> <p>РД-13-03-2006</p> <p>Методические рекомендации о порядке проведения вихретокового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах</p>	Вихретоковый дефектоскоп
Электрический (ЭЛ)	Электроискровой дефектоскоп

ГОСТ 25315-82 [1] Контроль неразрушающий электрический	
--	--

Таблица 2 – Методы неразрушающего контроля

<i>Метод неразрушающего контроля</i>	<i>Дефекты выявляемые данным методом неразрушающего контроля</i>	<i>Недостатки метода</i>
Визуально-измерительный (ВИК)	Дефекты на поверхности объекта размером от 0,1 мм и больше	Низкая способность обнаружения мелких поверхностных дефектов Уровень выявляемости дефектов приборами зависит от субъективных факторов
Магнитопорошковый (МК)	Диагностика объектов, изготовленных из сталей ферромагнитного типа: поверхностные и подповерхностные (2-3мм) дефекты с протяженностью от 0,5 мм и шириной раскрытия от 2мкм Возможно применение для неразрушающего контроля по немагнитным покрытиям (кадмий, хром и т.д.). Покрытия с толщиной до 20 мкм практически не влияют на корректность контроля и выявляемость дефектов	Не возможен магнитопорошковый контроль элементов и конструкций из неферромагнитных сталей, если на их поверхности отсутствует зона необходимая для нанесения индикаторных материалов и намагничивания, либо изделий со структурными неоднородностями и/или резкими изменениями площади поперечного сечения с наличием несплошностей с плоскостью раскрытия не совпадающей с направлением магнитного поля, либо составляющей с ним угол в 30 градусов и менее
Капиллярный (ПВК)	Дефекты поверхностного и сквозного типа с раскрытием порядка 1мкм	С помощью приборов данного метода неразрушающего контроля возможно обнаружение лишь выходящих на поверхность, либо

		<p>сквозных дефектов без определения их точной глубины.</p> <p>Сложность механизации и автоматизации реализации метода.</p> <p>Необходимость тщательной обработки поверхности контролируемого объекта</p>
Ультразвуковой (УК)	<p>Подходит для неразрушающего контроля изделий как из металлов, так и неметаллов</p> <p>Позволяет выявлять все виды дефектов в основном материале, сварных швах, околошовных зонах</p> <p>Высокая скорость, производительность контроля при низкой стоимости и безопасности для человека</p> <p>Мобильность ультразвукового дефектоскопа</p>	<p>Поверхность объекта должна быть подготовлена для введения ультразвука, а в случае сварных соединений - необходима подготовка и направлений шероховатости (они должны быть перпендикулярными шву)</p> <p>Необходимо применение контактных жидкостей (вода, клейстер, масло). Причем, при диагностике вертикальных или сильно наклоненных поверхностей эти контактные жидкости должны обладать определенной густотой</p> <p>Применение «притертых» преобразователей (с радиусом кривизны подошвы R, равным 0,9-1,1 R радиуса контролируемого объекта), не пригодных в таком виде для диагностики плоских поверхностей</p> <p>Приборы данного метода неразрушающего контроля не позволяют ответить на вопрос о размерах обнаруженного дефекта, измеряя лишь его отражательную способность в направлении приемника (в то время как данная величина коррелирует не для всех видов дефектов)</p> <p>Не позволяет контролировать соединения, в которых оба элемента кованые, литые, либо</p>

		штампованные; угловые наклонные (с отклонением от перпендикулярности более 10 градусов) сварные соединения трубчатых элементов между собой либо с другими элементами, а также металлы с крупнозернистой структурой, изделия малых размеров и сложной формы.
Радиационный (РК).	Внутренние дефекты сварных соединений (трещины, непровары, поры, шлаковые включения)	<p>Низкое выявление поверхностных дефектов</p> <p>Метод неразрушающего контроля не позволяет выявлять включения и поры с диаметром поперечного сечения, трещины и непровары с плоскостью раскрытия не совпадающей с направлением просвечивания</p> <p>При применении соответствующих приборов необходимо обеспечение радиационной безопасности персонала</p>
Тепловой (ТК)	Выявление мест проходимости теплоносителей, протечек, нарушений изоляционных покрытий, участков нагрева электрических контактов	Зависимость корректности измерений от окружающей среды и погодных условий
Течеискание (ПВТ)	Нахождение течей	Обнаружение лишь дефектов сквозного типа
Акустико-эмиссионный (АЭ)	Обнаруживает поверхностные и внутренние дефекты, в том числе – и это особенно важно – дефекты, находящиеся еще только в стадии	Достаточно сложная технология, требующая дорогого оборудования и приборов.

	<p>развития (от десятых долей миллиметра). Благодаря этому позволяет проводить классификацию дефектов, в том числе, по степени их опасности</p>	<p>Акустико-эмиссионные сигналы, как правило, трудно выделяются из помех.</p> <p>Необходимость последующей диагностики контролируемых объектов другими методами.</p>
Вибродиагностический (ВД)	<p>Обнаружение и диагностика пульсации потока технологической среды, колебаний движущихся частей</p>	<p>Жесткие дополнительные требования к способу крепления датчика.</p> <p>Зависимость уровня вибрации от целого ряда факторов</p> <p>Трудности выделения вибрационного сигнала</p>
Вихретоковый (ВТ)	<p>Обнаруживает поверхностные и подповерхностные (глубина - 1 – 4 мм) дефекты</p>	<p>Применяется только для диагностики изделий из токопроводящих материалов</p>
Электрический (ЭЛ)	<p>Позволяет проводить оценку целостности изоляций</p>	<p>Предполагает необходимость контакта с объектом</p> <p>Жесткие требования к чистоте поверхности объекта</p> <p>Сложность автоматизации процесса неразрушающего контроля</p> <p>Зависимость корректности результатов измерений от состояния окружающей среды</p>

Официально днём рождения неразрушающего контроля принято считать 28 декабря 1895 года, когда была опубликована статья Вильгельма Рентгена «О новом типе лучей». Ведь именно использование этих – рентгеновских – лучей было положено в основу одного из методов неразрушающего контроля.

Сферой, которая первой «приручила» неразрушающий контроль и взяла себе на вооружение, является строительство. В настоящее время контролю неразрушающего типа подвергаются не только сами строительные материалы, «полуфабрикаты», но и уже готовые объекты строительства. Приборы неразрушающего контроля за счет своих технических характеристик позволяют с замечательной точностью контролировать такие параметры, как прочность основного слоя и нанесённого на его поверхность покрытия, влажность древесины, глубину защитного бетонного слоя до армирующей сетки; обнаруживать трещины на внутренних стенках трубопроводов, пустоты в монолитах, участки с растрескиванием, разъеданием, ржавчиной, мелкие дефекты сварных швов, рельсов...

Вообще, полный перечень отраслей, для которых применение неразрушающего контроля стало не просто привычным, а необходимым, занял бы очень много места. «Секрет» такой распространённости и популярности кроется как в достоинствах самих методов НК, так в том, что они отвечают требованиям, предъявляемых к методам контроля современной реальностью. Очевидно, что современная дефектоскопия должна обеспечивать возможность осуществления диагностики по большинству существующих параметров на всех стадиях – от изготовления продукции до ее ремонта. При максимальной оперативности исследований их результаты должны быть достоверны, а дефектоскопические приборы для их получения – автоматизированными, надёжными, мобильными, быстродействующими, пригодными к ремонту и долговременной эксплуатации.

Сама суть неразрушающих методов контроля (НМК) отражается в слове «неразрушающий». Другими словами, для диагностики объект контроля не нужно демонтировать, нет необходимости в приостановке его эксплуатации или остановке производства для оценки качества изготавливаемой продукции.

Кроме этого, за счет использования приборов неразрушающего контроля появляется прекрасная и уникальная возможность диагностировать непосредственно то изделие, которое будет затем эксплуатироваться. Взяв, например, некий котел. С помощью статистического метода контроля можно установить: вероятность того, что данный агрегат не взорвется, составляет 98%. Разрушающий метод определит (разобрав прежде этот котел на мелкие детали), что раз конкретно в нем дефектов не обнаружено, то и в другом котле, произведённом по аналогичной технологии и на том же оборудовании, дефектов тоже не окажется. Скорее всего, не окажется... И только неразрушающий метод может дать гарантию: именно это изделие прошло диагностику и именно оно пригодно к использованию. Причем, в отличие от большинства прочих методов, неразрушающий контроль не требует тщательной предварительной подготовки образцов.

Есть здесь и еще одна особенность. Приборы неразрушающего контроля позволяют проверять объект как полностью, так и «фрагментарно», то есть только «опасные» его участки, которые вызывают наибольшие опасения с точки зрения эксплуатационной надёжности, склонны к износу и т.д. Разнообразие приборов неразрушающего контроля, у каждого из которого свой уровень чувствительности к определённому свойству материала, позволяет получать информацию о самых многочисленных характеристиках объекта. И самое важное: от воздействия на эти характеристики неразрушающего контроля объект своих качеств не теряет (что особенно важно, например, при контроле дорогостоящей продукции).

Наконец, с помощью неразрушающего контроля можно проводить анализ объектов не только при их сдаче в эксплуатацию или выпуске

продукции. Традиционно часто практикуется ещё один способ (скорее даже «режим») применения приборов неразрушающего контроля – непрерывный контроль. В частности, это касается трубопроводов на АЭС и других объектов, подверженных большим нагрузкам и нуждающихся в постоянном наблюдении – притом, что в рамках проведения их контроля технологический процесс прерываться не должен.

То что, в последнее время развитие неразрушающего контроля все увереннее превращается в одно из важнейших и необходимых условий промышленной безопасности, неудивительно. Согласно статистике, каждый год в развитых странах по вине недостаточного качества выпускаемой продукции «теряется» 10% национального дохода. В США только от коррозии металла потери составляют в год более 200 млрд. долларов, плюс более 100 млрд. - от дефектов усталости. Что же касается нашей страны, то там потери от некачественных материалов и изделий, не секрет, заметно выше. Большая часть промышленной продукции по различным техническим и организационным причинам быстро выходит из строя; учитывая колоссальные ремонтные объемы и нарушение экологических норм, потери морального и материального порядка возрастают в разы, требуя детального анализа и принятия взвешенных кардинальных решений.

1.2 Метод контроля элементов системы энергоснабжения.

В моем исследовании применяется электрический метод измерения технических характеристик элементов систем электроснабжения.

Электрический метод неразрушающего контроля (ГОСТ 25315-82). Недостатки: Предполагает необходимость контакта с объектом, имеет жесткие требования к чистоте поверхности объекта, сложность автоматизации процесса неразрушающего контроля, зависимость корректности результатов измерений от состояния окружающей среды.

Однако, мы выбираем именно данный метод, поскольку он позволяет получать результаты измерений и испытаний с достаточной точностью. Также приборы,

использующие данный метод наиболее распространены в контроле систем энергоснабжения и применение таких приборов наиболее экономически обосновано.

Глава 2. МЕТОДЫ И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Объектом данного исследования является комплект приборов, предназначенных для контроля технических характеристик и состояния элементов систем электроснабжения зданий и сооружений. Данный комплект состоит из следующих приборов:

1. Мегаомметр ЭСО 202/2-Г
2. Омметр ЭС0212
3. Прибор для измерения сопротивления цепи фаза-нуль М417
4. Измеритель сопротивления заземления М416
5. Прибор контроля УЗО Астро-Тест-М
6. Устройство испытательное комплектное Сатурн-М

2.1 Описание приборов

На рисунке 1 представлен Мегаомметр ЭС 0202/2-Г



Рисунок 1 - Мегаомметр ЭС 0202/2-Г

Мегаомметр ЭС 0202/2-Г предназначен для измерения сопротивления изоляции электрических цепей, не находящихся под напряжением. Это может быть сопротивление изоляции электрических и электронных приборов, установок, кабелей.

Мегомметр питается от встроенного электромеханического генератора, что исключает необходимость подключения его к сети и обеспечивает высокую мобильность и удобство. Кроме этого предусмотрено несколько фиксированных значений выходного напряжения на зажимах, что дает возможность проводить измерения по разным нормативным требованиям.

Предел допускаемых значений дополнительной погрешности мегаомметра, вызванной протеканием в измерительной цепи токов промышленной частоте 500мкА для ЭС0202/2Г, не превышает пределов основной относительной погрешности.

Время установления показаний не превышает 15 с.

Режим измерений прерывистый: измерение - 1 минута, пауза - 2 минуты.

Питание осуществляется от встроенного электромеханического генератора (скорость вращения рукоятки генератора должна быть 120 - 144 оборотов в минуту).

Мегаомметр работоспособен при температуре окружающего воздуха от -30 до +50°C и относительной влажности 90% при температуре +30°C.

Масса без комплекта шнуров, не более 2,2 кг.

Габаритные размеры 166x130x200 мм.

Мегаомметр ЭС0202 соответствует требованиям ГОСТ 26104-89 "Средства измерений электронные. Технические требования в части безопасности. Методы испытаний" к изделиям класса защиты II; ГОСТ Р 51350 "Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования". Категория монтажа (категория перенапряжения) II .

Класс точности, выраженный в виде относительной погрешности по ГОСТ 8.401-80, 15. Пределы допускаемых значений основной относительной погрешности равны $\pm 15 \%$ от измеряемого значения.



Рисунок 2 - Омметр ЭС0212

Омметр ЭС0212 предназначен для измерения сопротивления заземляющей проводки, определяет факт её обрыва и указывает наличие переменного напряжения до 380 В на оборудовании при нарушении изоляции.

Омметр относится к средствам измерения 3 группы по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия», но с расширенными рабочими условиями применения при температуре окружающего воздуха от минус 30 до плюс 50 °С и относительной влажности до 90 % при температуре 25 °С.

Омметр имеет 2 режима работы: режим контроля наличия на объекте измерения напряжения переменный ток от 0 до 380 В (кнопка «ИЗМ.» не нажата) и режим измерения сопротивления в диапазоне от 0,1 до 20 Ом (кнопка «ИЗМ.» нажата).

Технические данные ЭС0212

Параметры	Значения
Класс точности	1,5
Пределы допускаемой основной приведённой погрешности	равны $\pm 1,5 \%$ от длины шкалы
Длина шкалы	не менее 88 мм
Диапазон измерения	от 0,1 до 20 Ом
Отклонение указателя в режиме контроля напряжения на отметку «∞»	соответствует напряжению не более 380 В (Зависимость величины напряжения от угла отклонения указателя от 0 до «∞» практически линейная)
Питание омметра	от химического источника постоянного тока (элемент R6, LR6) с номинальным напряжением 1,5 В. Ток потребления не более 30 мА.
Продолжительность непрерывной работы	определяется током потребления омметра и ёмкостью используемого элемента питания, не менее 0,5 ч
Рабочие условия применения	температура окружающего воздуха от минус 30 до 50 °С; относительная влажность воздуха до 90 % при 25 °С
Наработка на отказ	5000 ч
Средний срок службы	10 лет
Габаритные размеры	150 х 70 х 200 мм
Масса, кг	не более 1,0

Действие магнитоэлектрического омметра ЭС0212 основано на измерении силы тока, протекающего через измеряемое сопротивление при постоянном напряжении источника питания.

При необходимости более точных измерений в омметре ЭС0212 используется мостовой метод измерения.

Для повышения чувствительности измерителя и точности измерений применяют электронные усилители. На рисунке 3 представлен прибор для измерения сопротивления.



Рисунок 3 Прибор для измерения сопротивления цепи фаза-нуль М417

Основные особенности М417

Возможность измерения без отключения питающего источника тока

Диапазон измерения от 0.1 до 1.6 Ом

Высокое качество параметров АМ

Интервал рабочих температур: -30...+40 °С

Габаритные размеры прибора: 350x300x200 мм

Масса прибора 10 кг

Прибор для измерения сопротивления цепи фаза-нуль М417 предназначен для измерения сопротивления цепи фаза-нуль в диапазоне от 0.1 до 1.6 Ом без отключения питающего источника тока. Принцип работы прибора основан на измерении падения напряжения, на известном сопротивлении.

В измерителе М417 предусмотрена схема защиты, обеспечивающая размыкание измерительной цепи при появлении на корпусе контролируемого объекта опасного напряжения.

Прибор М417 обеспечивает проверку условий электробезопасности работы на электрооборудовании, питающемся от сети переменного тока с линейным напряжением 380 В частоты 50 Гц с глухозаземлённой нейтральной точкой питающего трансформатора.

Таблица 2 - Технические характеристики измерителя М417

Параметры		Значения
Основные параметры		
Диапазон показаний		0-2 Ом
Диапазон измерений		0,1-1,6 Ом
Основная погрешность прибора		±10 % диапазона измерений
Время установления показаний не более		4 с
Время размыкания измерительной цепи не более		0,3 с
Прочие параметры		
Мощность, потребляемая в режиме измерений		4500 Вт
Мощность, потребляемая в режиме калибровки		30 Вт

На рисунке 4 показан измеритель сопротивления заземления М416.



Рисунок 4 - измеритель сопротивления заземления М416

Предназначен для измерения сопротивления заземляющих устройств, активных сопротивлений, а также может быть использован для определения удельного сопротивления грунта.

Диапазон измерения от 0,1 Ом до 1000 Ом. Измеритель сопротивления заземления М416 рассчитан для работы при температуре окружающего воздуха от -25°C до +60°C и относительной влажности до 95% при температуре плюс 35°C. Класс точности: 5%

Прибор имеет четыре диапазона измерения:

0,1 Ом — 10 Ом;

0,5 Ом — 50 Ом;

2 Ом — 200 Ом;

10 Ом – 1000 Ом

Питание прибора М416 — сухие элементы напряжением 4,5 В. Потребляемый ток — не более 90 мА. Один комплект сухих элементов обеспечивает не менее 1000 измерений. Напряжение на зажимах прибора при разомкнутой внешней цепи и номинальном значении напряжения источника

питания — не менее 13 В. Дополнительная погрешность, вызванная влиянием блуждающих токов частоты 50 Гц не превышает половины основной погрешности.

Масса прибора М416 без упаковки — не более 3 кг. Габаритные размеры — 245х140х170 мм.



Рисунок 5 - Прибор контроля УЗО Астро-Тест-М

Прибор позволяет осуществлять проверку работоспособности УЗО в составе электроустановки; определять наличие в схеме электроустановки защитного проводника РЕ; контролировать непрерывность соединения защитного проводника РЕ с заземлением. АСТРО*ТЕСТ имитирует протекание тока утечки заданного значения, равного номинальному отключающему дифференциальному току УЗО, в течении десяти периодов сети (200 мс). $U_n=220\text{В}$, ток установки = 10, 30, 100, 300 мА, Диапазон рабочих температур $-25 +40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

АСТРО*ТЕСТ позволяет:

- осуществлять проверку работоспособности УЗО в составе электроустановки;
- определять наличие в схеме электроустановки защитного проводника РЕ;

контролировать непрерывность соединения защитного проводника РЕ с заземлением.

АСТРО*ТЕСТ гарантирует полную электробезопасность персонала при проведении испытаний благодаря ограничению по времени протекания испытательного тока.

Таблица 3- Технические параметры

Наименование	Номинальное значение
Номинальное рабочее напряжение U_n , В	220
Длительность протекания испытательного тока T ,мс	200
Установка номинального отключающего дифференциального тока I_{Dn} , мА	10, 30, 100, 300
Погрешность установки отключающего дифференциального тока, %	± 5
Диапазон рабочих температур, °С	-25 +40

На рисунке 6 изображено устройство испытательное комплектное Сатурн-М



Рисунок 6 - Устройство испытательное комплектное Сатурн-М

Комплектное испытательное устройство «Сатурн-М» предназначено для проверки характеристик автоматических выключателей переменного тока с электро-магнитными и тепловыми расцепителями на местах их установки, а также в лабораториях путем регулировки тока, протекающего через проверяемый автоматический выключатель, измерения времени и действующего значения тока в момент срабатывания автомата.

Устройство «Сатурн-М» может быть использовано для проверки отдельных типов релейной защиты.

Выполняемые функции

Проверка характеристик автоматических выключателей, подключенных непосредственно к электросети, путем создания искусственного замыкания за местом установки проверяемого выключателя, регулирование значения тока короткого замыкания, измерение времени отключения выключателя и действующего значения тока в момент отключения.

Выдача регулируемого тока.

Измерение действующего значения тока и времени срабатывания проверяемого автомата.

Автоматический контроль работоспособности основных узлов устройства при включении питания.

Накопление и хранение в памяти устройства информации о результатах испытаний. Передача накопленной информации на ПК для оформления отчетов.

Таблица 4 – Технические параметры прибора Сатурн - М

Электрическое питание блока «Сатурн-М» осуществляется от сети переменного тока напряжением, В частотой, Гц	220 50
Диапазон допустимого напряжения питания, В	от 187 до 242
Мощность, потребляемая блоком из сети, Вт, не превышает	20
«Сатурн-М» обеспечивает регулировку тока короткого замыкания при подключении проверяемого выключателя непосредственно к сети переменного тока напряжением 220/380, А	от 25 до 2000
«Сатурн-М» обеспечивает регулировку тока короткого замыкания при подключении проверяемого выключателя к сети переменного тока напряжением 220/380 через внешний трансформатор «НТ-12», А	от 125 до 8000 от 30 до 12000
Диапазоны измерения силы переменного тока с встроенным измерительным трансформатором тока, А	от 0,025 до 25 от 0,25 до 250 от 2,5 до 2500 от 0,01 до 99,99

Диапазоны измерения силы переменного тока с внешним измерительным трансформатором тока, кА	
Пределы основной приведенной погрешности измерений силы тока во всех диапазонах измерения при времени измерения не менее 0,02 с, %, не более	$\pm(1,5 + 3 \text{ ед. мл. разр.})$
Пределы основной приведенной погрешности измерений силы тока при использовании внешнего измерительного трансформатора тока (ТТ) при времени измерения не менее 0,02 с, %, не более	$\pm(1,5 + \text{погрешность ТТ} + 3 \text{ ед. мл. разр.})$
Диапазон задания длительности протекания тока, с	от 0,02 до 7200
Диапазоны измерения времени срабатывания, с	от 0,001 до 0,999 от 1,00 до 99,99 от 1 до 7200.
Пределы допустимой абсолютной погрешности измерений времени: для величин менее 1 с при определении момента срабатывания проверяемого автомата по изменению состояния контактов, с, не превышают для величин менее 1 с при определении момента срабатывания проверяемого автомата по пропаданию напряжения питания или пропаданию тока, с, не превышают	$\pm 0,01$ $\pm 0,02;$
Пределы основной относительной погрешности измерений времени: при измерении величин от 1 до 100 с, % при измерении величин более 100 с, %	$\pm(1 + 3 \text{ ед. мл. разр.})$ $\pm(2 + 3 \text{ ед. мл. разр.})$
Габаритные размеры блока «Сатурн-М» и силового блока не превышают, мм	400x235x230

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1. Анализ конкурентных технических решений

Объектом исследования моей ВКР являются приборы контроля элементов сетей электроснабжения. В ходе работы требуется провести анализ существующего комплекта на предмет его модернизации. Выбрать приборы, которые могут заменить существующие.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,07	5	5	4	0,35	0,35	0,28
3. Помехоустойчивость	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
4. Энергоэкономичность	0,07	4	3	3	0,28	0,21	0,21
5. Диапазон измерения	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
6. Точность	0,03	4	3	3	0,12	0,09	0,09
7. Вес	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
8. Габариты	0,04	4	5	4	0,16	0,2	0,16
9. Время проведения измерений	0,08	4	4	3	0,32	0,32	0,24
10. Простота эксплуатации	0,04	5	5	4	0,2	0,2	0,16
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,04	4	2	3	0,16	0,08	0,12
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,02	5	5	4	0,1	0,1	0,08
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3

2. Уровень проникновения на рынок	0,04	4	4	3	0,16	0,16	0,12
3. Цена	0,04	4	5	4	0,16	0,2	0,16
4. Предлагаемый срок эксплуатации	0,06	5	5	4	0,3	0,3	0,24
5. Послепродажное обслуживание	0,02	4	4	5	0,08	0,08	0,1
6. Финансирование научной разработки	0,04	3	4	3	0,12	0,16	0,12
7. Срок выхода на рынок	0,03	4	4	4	0,12	0,12	0,12
8. Наличие сертификации разработки	0,02	5	5	5	0,1	0,1	0,1
Итого	1	93	85	77	4,53	4,26	3,84

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * \text{В}_i, (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

В_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

3.2. Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 4 – Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Проведение патентных исследований	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель темы
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель темы
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических обоснований	Инженер
	7	Построение модели комплекта	Инженер
	8	Сопоставление модели комплекта с существующим комплектом	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер
	10	Определение целесообразности проведения информационно-поисковых работ	Инженер

Разработка технической документации	11	Разработка схемы комплекта	Инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	12	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости t_i ож используется следующая формула:

$$t_{ож} = (3t_{мин} + 2t_{мах}) / 5$$

$t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.дн.;

$t_{мин}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.дн.;

$t_{мах}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.дн.

Таблица 5 – Временные показатели проведения научного исследования

Основные этапы	№	Содержание работ	$T_{мин}$	$T_{мах}$	$T_{ож}$
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	1	1	1
	2	Подбор и изучение	1	4	2

Выбор направления исследований		материалов по теме			
	3	Проведение патентных исследований	2	3	2
	4	Выбор направления исследований	1	1	1
	5	Календарное планирование работ по теме	1	1	1
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических обоснований	2	5	3
	7	Построение модели комплекта	5	21	11
	8	Сопоставление модели комплекта с существующим комплектом	2	4	3
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	1	1	1
	10	Определение целесообразности проведения информационно-поисковых работ	1	5	3
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка схемы комплекта	2	4	3
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	12	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	7	20	12

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_p = t_{ож} / C_i$$

где T_p – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Таблица 7 – Определение продолжительности каждой работы в рабочих днях

Основные этапы	№	Содержание работ	T_{min}	T_{max}	$T_{ож}$	$Ч$	T_p
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	1	1	1	1	1
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	1	4	2	2	2
	3	Проведение патентных исследований	2	3	2	1	3
	4	Выбор направления исследований	1	1	1	1	1
	5	Календарное планирование работ по теме	1	1	1	2	0,5
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических обоснований	2	5	3	1	5
	7	Построение макетов модели комплекта	5	21	11	1	21
	8	Сопоставление модели комплекта с существующим комплектом	2	4	3	1	4
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	1	1	1	1	1
	10	Определение целесообразности проведения информационно-поисковых работ	1	5	3	2	2,5
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка схемы комплекта	2	4	3	1	4
Оформление отчета по НИР (комплекта	12	Составление пояснительной	7	20	12	1	20

документации по ОКР)		записки (эксплуатационно-технической документации)					
----------------------	--	--	--	--	--	--	--

3.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни.

Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{кал}} = T_{\text{кал}} / (T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}})$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; =366

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; =118

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году. =8

$$K_{\text{кал}} = 1,525$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе i T_{ki} необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу 8.

Таблица 8 – Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе

Название работы	T_{min}	T_{max}	$T_{\text{ож}}$	исполнитель	T_{pi}	T_{ki}
-----------------	------------------	------------------	-----------------	-------------	----------	----------

Составление и утверждение технического задания	1	1	1	1	1	2
Подбор и изучение материалов по теме	1	4	2	2	2	3
Проведение патентных исследований	2	3	2	1	3	5
Выбор направления исследований	1	1	1	1	1	2
Календарное планирование работ по теме	1	1	1	2	0,5	1
Проведение теоретических обоснований	2	5	3	1	5	8
Построение модели комплекта	5	21	11	1	21	32
Сопоставление модели комплекта с существующим комплектом	2	4	3	1	4	6
Оценка эффективности полученных результатов	1	1	1	1	1	2
Определение целесообразности проведения информационно-поисковых работ	1	5	3	2	2,5	4
Разработка схемы комплекта	2	4	3	1	4	6
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	7	20	12	1	20	31

Таблица 9 Календарный план-график проведения НИОКР по теме

название работы	Должность исполнителя	февраль		март			апрель		май			июнь		
		2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы			1										
Подбор и изучение материалов по теме	Инженер		2											
Проведение патентных исследований	Инженер		3											
Выбор направления исследований	Руководитель темы		5											
Календарное планирование работ по теме	Руководитель темы		2											
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер		1											
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер		8											
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер		32											
Оценка эффективности полученных результатов	Инженер		6											
Определение целесообразности проведения ОКР	Инженер		2											
Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Инженер		4											
Выбор и расчет конструкции	Должность исполнителя		6											
Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия			12											
Конструирование и изготовление макета			11											

(опытного образца)

[illegible]

3.2.3.1. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 10.

Таблица 10. Расчет основной заработной платы

Основные этапы	исполнитель и по категориям	Тож	Заработная плата чел дн.	оклад	Тр	Зосн
Разработка технического задания	руководитель	1	1000		1	1000
Выбор направления исследований	руководитель	2	1000		2	2000
	руководитель	2	1000		3	3000
	Инженер	1		400	1	
	инженер	1		400	0,5	
Теоретические и экспериментальные исследования	инженер	3		400	5	
	инженер	11		400	21	
	инженер	3		400	4	
Обобщение и оценка результатов	инженер	1		400	1	
	инженер	3		400	2,5	
Разработка технического документа и проектирование	инженер	3		400	4	
	инженер	6		400	8	
	инженер	5		400	7	
	инженер	12	0	400	4	

Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	инженер	1		400	20	
	инженер	1		400	0,5	
	руководитель	1	1000		0,5	500

Таблица 11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	35	55
Действительный годовой фонд рабочего времени	212	192

Таблица 12 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Зтс	Зм	Зд	Зосн
Руководитель	25000	30000	1071,4	28000
Инженер	18000	25000	892	20000

Дополнительная заработная плата

кдоп=0,12

Здоп рук=28000*0,12=3360

Здоп инж=20000*0,12=2400

Вывод: в данном разделе был произведен расчет трудозатрат и материальных затрат, а так же составлен график работ сотрудников, участвующих в модернизации комплекта приборов. Самый длительный этап работы будет длиться с конца февраля по начало мая. Так же были рассчитаны зарплаты и премии, данные приведены в таблице. Была рассчитана стоимость комплекта, учитывающая транспортные расходы

